

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Золотарева Алексея Алексеевича «Конструкторско-технологические основы создания корпусов из металломатричных композитов для СВЧ транзисторов на основе широкозонных материалов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 - «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники».

Для современных силовых и силовых СВЧ полупроводниковых приборов основным параметром является ток на единицу площади кристалла, увеличение которого сопровождается повышением рабочей температуры. Отвод тепла от силового полупроводникового кристалла зачастую является первоочередной проблемой. Один из путей решения этой проблемы - применение новых материалов с высокими теплопроводящими свойствами и хорошим согласованием этих материалов по тепловому расширению с полупроводниковым материалом кристалла. Множество исследований и разработок, особенно в США и Японии, посвящено именно созданию новых материалов для мощных полупроводниковых корпусов. Использование композитов с металлической матрицей существенно уменьшает массу корпуса, а это чрезвычайно важно для авиационной и космической техники. Появляется возможность увеличить его полезную нагрузку без уменьшения скорости и дальности полета.

Работа Золотарева А.А. посвящена поиску решений, позволяющих использовать композит на основе алюминия и карбида кремния в мощных полупроводниковых приборах, что актуально и является значительным достоинством диссертации.

В автореферате раскрыты основные научные положения и практические результаты, обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи работы. Отмечены научная и практическая составляющие результатов работы, а также приведены основные положения, выносимые на защиту.

Диссертантом разработан корпус мощного СВЧ транзистора из композита на основе алюминия и карбида кремния (AlSiC). Конструкция разработанного корпуса защищена патентом РФ. Представлены результаты компьютерного моделирования теплового сопротивления и деформации корпусов, изготовленных из композита AlSiC.

Проведены исследования коэффициента теплового линейного расширения AlSiC композита в сравнении с псевдосплавом молибден-медь МД-40, в результате которых установлено, что новый материал более согласован по линейному расширению с широкозонными полупроводниковыми материалами.

Диссертантом проведены исследования воздействия на корпус полупроводникового прибора механических воздействующих факторов.

Теоретически обоснован выбор систем металлизации AlSiC композита посредством осаждения металлов в вакууме.

В результате проведенных исследований разработаны технологические принципы металлизации поверхности AlSiC композита вакуумным осаждением металлов и толстыми слоями меди. Приведены системы и режимы тонкопленочной металлизации, позволяющей сборку теплоотводящих конструктивных элементов пайкой.

Предложенный Золотаревым А.А. способ химического и гальванического осаждения никеля на поверхность AlSiC композита обеспечивает прочность адгезии металлизации к композиту не менее 20 Н/мм² и позволяет монтировать кристалл полупроводникового прибора на поверхность теплоотвода. Проведенные измерения энергетических параметров транзисторов с теплоотводами из AlSiC композита и результаты теплового анализа подтверждают перспективность использования композита в мощных СВЧ транзисторах.

Диссертантом разработан метод предварительной оценки деформации корпуса полупроводникового прибора, изготовленного из AlSiC композита. Предложена конечно-элементная модель математического расчета теплового и напряженного деформированного состояния и разработано программное обеспечение, позволяющие провести расчет напряженно-деформированного состояния композита. Получено свидетельство на разработанное программное обеспечение.

Материалы диссертации, опубликованы в 10 статьях, в том числе в 8 журналах, включенных в перечень рецензируемых ВАК. Практическая значимость обеспечена использованием результатов работы в производстве полупроводниковых приборов на нескольких предприятиях.

В автореферате достаточно полно отражены основные положения и выводы диссертации, которая выполнена на высоком научно-техническом уровне.

В то же время следует отметить, что в диссертации не рассмотрены иные металломатричные композиты, например, алюминий-алмаз. Однако данное замечание не снижает ценности диссертационной работы.

Диссертация А.А. Золотарева содержит ряд новых и полезных в практическом отношении научных результатов, широкое внедрение которых в инженерную практику позволит обеспечить отечественными корпусами разработки твердотельной электроники.

Представленная к защите работа представляет собой завершённый научный труд, выполнена на высоком уровне, обладает научной новизной, практической значимостью, комплексностью проведенных исследований, и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Золотарев Алексей Алексеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.

Главный конструктор АО «Ангстрем»
кандидат технических наук

26.08.2020 г.

Телефон: +7 9260012561
e-mail: mashevich@angstrem.ru
Адрес: 124460, г. Москва, Зеленоград,
Площадь Шокина, дом 2, стр. 3



П.Р. Машевич

Подпись. Машевича П.Р. заверяю:

Директор по персоналу АО «Ангстрем»



Е.В. Лукьянов